Principios Matemáticos de Filosofía Natural (extractos)

Isaac S. Newton

ADVERTENCIAS

1) Título de la obra: *Philosophíae naturalis principia mathematica.*
2) El texto latino, base de la traducción, es el de la edición primera, 1687.

PREFACIO PARA EL LECTOR

Habiendo dado los Antiguos la máxima importancia a la Mecánica —de la que es autor Pappo— en la investigación de las cosas naturales, y los actuales, eliminando formas sustanciales y cualidades ocultas, hayan emprendido reducir los fenómenos naturales a leyes matemáticas, ha parecido conveniente, en este tratado, cultivar la Matemática, en la medida en que pertenece a la Filosofía.

Una doble mecánica fundaron los Antiguos: la racional, que procede exactamente, mediante demostraciones; y la práctica. A. la práctica pertenecen todas las artes manuales, de las que la Mecánica tomó el nombre.

Mas, puesto que los artesanos suelen trabajar con poca exactitud, resulta que toda Mecánica se distingue de la Geometría en que todo lo exacto se le atribuye a la Geometría, y lo que menos exacto a la Mecánica. Empero, los errores no lo son del arte sino de los artífices. Quien opere menos exactamente es mecánico mas imperfecto; mas si alguno opera exactísimamente sería, él, el mecánico más perfecto de todos. Porque esas descripciones de líneas rectas y círculos, en que se funda la Geometría, pertenecen a la Mecánica. La Geometría no enseña a describir esas líneas, sino pide se describan, pues pide que el principiante aprenda a describirlas antes de llegar al umbral de la Geometría; después, enseña cómo se resuelven problemas mediante esas operaciones; describir rectas y cálculos son problemas, mas no geométricos. A la Mecánica se pide la solución; en Geometría se enseña el uso de las soluciones.

Y se gloría la Geometría de que con tan pocos principios, y aun sacados de otra parte, haga tantas cosas.

Se funda por tanto la Geometría en la práctica mecánica, y no es otra cosa sino aquella parte de la Mecánica universal que propone y demuestra el arte de medir exactamente.

Mas por versar, principalmente, las artes manuales sobre el movimiento de los cuerpos, resulta que, vulgarmente, se relacione la Geometría con la magnitud; la Mecánica con el movimiento. En este sentido, la Mecánica racional será la ciencia de los movimientos que proceden de cualesquiera fuerzas y de las fuerzas que se requieren para cualesquiera movimientos; exactamente propuesta y demostrada. Esta parte de la Mecánica fue cultivada por los Antiguos en aquellas Cinco Potencias,1 pertenecientes a las artes manuales; mas, por no ser la gravedad potencial manual, apenas si la consideraron sino respecto de los pesos a mover por tales potencias. Mas nosotros, atendiendo a la filosofía y no a las artes, y escribiendo no sobre potencias manuales sino sobre naturales, trataremos principalmente de lo referente a gravedad, levedad, fuerza elástica, resistencia de fluidos y fuerzas atractivas o impulsivas de esta clase. Y por este motivo proponemos lo nuestro como principio matemático de filosofía, porque toda la dificultad de la filosofía parece consistir precisamente en investigar las fuerzas de la naturaleza, partiendo de los fenómenos de movimiento, y en demostrar, después, partiendo de tales fuerzas, los restantes fenómenos. Y a esto miran las proposiciones generales de que tratamos en el libro primero y segundo. Mas en el libro tercero propusimos un ejemplo de esto explicando el sistema del mundo; pues allí, partiendo de los fenómenos celestes, mediante proposiciones demostradas matemáticamente en libros anteriores, se derivan las fuerzas de gravedad por las que los cuerpos tienden hacia el sol y hacia cada uno de los planetas. Después, partiendo de estas fuerzas, se deducen, también mediante proposiciones matemáticas, los movimientos de planetas, cometas, luna y mar.

Ojalá fuera posible derivar los demás fenómenos de la naturaleza de los principios mecánicos, y con el mismo género de argumentación, porque muchas cosas me mueven, y no poco, a sospechar que todo pudiera depender de ciertas fuerzas por las que, mediante causas, aún desconocidas, las partículas de los

cuerpos se impelen mutuamente y se unen en figuras regulares, o bien se separan y retiran. Por ignorarlas, los filósofos investigaron hasta ahora en vano la naturaleza.

Mas espero que los principios aquí expuestos aporten alguna luz a este modo de filosofar, y a otro mejor.

DEFINICIONES

Def. I

Cantidad de materia es una medida de ella, que depende de su densidad y magnitud conjuntamente.

Aire doble de denso, en espacio doble, es cuádruple. Piensa esto mismo respecto de nieve y polvo condensados por compresión o licuefacción. Y la razón es igual respecto de todos los cuerpos que se condensen de diversa manera por cualesquiera causas. No tomo en cuenta aquí, por lo pronto, al medio, si es que hubiere alguno que penetre libremente por los intersticios de las partes. En lo siguiente con los nombres de "cuerpo" o "masa" entiendo lo mismo que indica para mí esa "cantidad" que se manifiesta en el peso de cualquier cuerpo, porque mediante experimentos cuidadosísimamente realizados con péndulos, hallé ser proporcional al peso, como se demostrará posteriormente.

Def. II

Cantidad de movimiento es una medida del mismo que depende de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntamente.

El movimiento del Todo es la suma del movimiento de cada una de las partes, y, por tanto, en un cuerpo doble de mayor, en caso de igual velocidad, es doble; y si la velocidad es doble, cuádruple.

Def. III

Fuerza intrínseca de la materia es la potencia de resistir por la que un cuerpo cualquiera persevera, en cuanto de él depende, en su estado de reposo, o de movimiento uniforme en dirección rectilínea.

Es siempre proporcional a su cuerpo, y en nada se diferencia de la inercia de la masa —fuera de la diferencia conceptual. De la inercia de la materia proviene el que a un cuerpo se lo saque dificultosamente de su estado de reposo o de movimiento. Por lo cual además se puede llamar a la fuerza de inercia, con nombre grandemente significativo, "fuerza intrínseca". Mas el cuerpo ejerce esta fuerza tan sólo con mudar de estado por otra fuerza que en él se imprima, y su acto es, aunque bajo diferentes respectos, resistencia e ímpetu; es resistencia en cuanto que el cuerpo lucha para conservar su estado contra la fuerza impresa; es ímpetu, en cuanto que el mismo cuerpo, al ceder con dificultad a la fuerza del obstáculo resistente, se esfuerza en mudar su propio estado. El vulgo atribuye la resistencia a lo quiescente, y el ímpetu a lo moviente; empero, movimiento y reposo, tal cual los concibe el vulgo, se distinguen sólo por su mutua relación, y no siempre están realmente en reposo las cosas que el vulgo toma por quiescentes.

Def. IV

Fuerza impresa es acción ejercida sobre un cuerpo para mudar su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme.

Existe esta fuerza solamente durante la acción, mas no permanece en el cuerpo pasada la acción, porque el cuerpo persevera en todo estado nuevo por la sola fuerza de inercia. Mas la fuerza impresa puede ser de orígenes diversos, cual por golpe, presión, fuerza centrípeta.

…

ESCOLIO

Hasta aquí ha parecido conveniente explicar en qué sentido hay que tomar a continuación palabras menos conocidas; porque a las de tiempo, espacio, lugar y movimiento, por ser conocidísimas de todos, no las defino. Diré, no obstante, que el vulgo no concibe estas cantidades sino en relación a lo sensible. Y de aquí surgen algunos prejuicios para eliminar los cuales conviene distinguirlas en absolutas y relativas, verdaderas y aparentes, matemáticas y vulgares.

I. El tiempo absoluto, verdadero y matemático fluye —en sí y por su naturaleza, sin relación a nada externo— de manera uniforme; con otro nombre llámese "duración"; el relativo y vulgar es una medida

sensible y externa de cualquier duración, mediante un movimiento —medida exacta o inexacta—, de la cual se sirve el vulgo, en lugar del tiempo verdadero —así, se sirve de hora, día, mes y año.

II. El espacio absoluto permanece —por su naturaleza sin relación alguna a algo externo— siempre semejante e inmoble. El relativo es una medida o dimensión cualquiera movible de tal espacio, medida que nuestros sentidos definen por su situación respecto de los cuerpos, y que el vulgo toma por espacio inmoble —cual la dimensión de un espacio subterráneo, aéreo o celestial, definida por su situación respecto de la tierra. Son una misma cosa el espacio absoluto y el relativo, en especie y en magnitud; mas no permanecen siempre numéricamente lo mismo, porque si la tierra, vgr., se mueve, el espacio de nuestro aire —que relativamente y respecto de la tierra permanece siempre el mismo— será ahora esa parte del espacio absoluto por la que pasa el aire; ahora, otra parte de él —y así se mudará absoluta y perpetuamente.

III. Lugar es la parte del espacio que ocupa un cuerpo; y, por razón del espacio, es absoluto o relativo lugar. Digo "parte del espacio"; no, posición del cuerpo o superficie ambiente, porque los lugares de cuerpos sólidos iguales son siempre iguales; mas las superficies, a causa de la desemejanza de las figuras, son casi siempre desiguales; mas, hablando propiamente, las posiciones no tienen cantidad, y son no tanto lugares cuanto afecciones de los lugares. El movimiento del Todo es la suma de los movimientos de las partes, esto es: la traslación del Todo de un lugar es la misma que la suma de las traslaciones de las partes de sus lugares; y, por esto, el lugar del Todo es el mismo que la suma de los lugares de las partes; y, por tanto, es interno y está en el cuerpo entero.

IV. Movimiento absoluto es la traslación de un cuerpo de un lugar absoluto a otro lugar absoluto; mas el relativo, de relativo a relativo. Así en nave que va a velas plegadas el lugar relativo de un cuerpo es aquella región de la nave en que se halla el cuerpo, o es aquella parte de la cavidad tal de ella rellenada por el cuerpo; y que se mueve, por tanto, a la una con la nave. Y reposo relativo es la permanencia del cuerpo en la misma región de la nave o punto de la cavidad. Empero, el reposo verdadero es la permanencia del cuerpo en la misma parte de aquel espacio inmóvil en que se mueve la nave misma a la una con su cavidad y todo lo que contiene. Así que si la tierra está verdaderamente en reposo, el cuerpo que esté en reposo relativo respecto a la nave se moverá verdadera y absolutamente con la velocidad con la que la nave se mueva respecto de la tierra. Mas si también se mueve la tierra, surgirá un movimiento verdadero y absoluto del cuerpo, en parte, del movimiento verdadero de la tierra en el espacio inmóvil, en parte del movimiento relativo de la nave en la tierra, y si el cuerpo se mueve además relativamente a la nave, surgirá un verdadero movimiento en parte del verdadero movimiento de la tierra en el espacio inmóvil, en parte de los movimientos relativos tanto de la nave respecto de la tierra, como del cuerpo respecto de la nave, y de estos movimientos relativos provendrá el movimiento relativo del cuerpo en la tierra. Así, si la parte de la tierra en que se halla la nave se mueve verdaderamente hacia oriente con una velocidad de 10010 partes, y velas y vientos llevan a la nave hacia occidente con velocidad de diez partes, mas un marinero camina en la nave hacia oriente con una parte de la velocidad, el marinero lo moverá verdadera y absolutamente respecto del espacio fijo con 10001 partes de la velocidad hacia oriente, y relativamente a la tierra hacia occidente, con nueve partes de la velocidad.

El tiempo absoluto se distingue del relativo en astronomía por la ecuación del tiempo vulgar, porque son desiguales los días naturales que vulgarmente se tienen por iguales para la medida del tiempo. Esta desigualdad la corrigen los astrónomos para medir los movimientos celestes por un tiempo más verdadero. Es posible que no haya movimiento alguno uniforme por el que se mida exactamente el tiempo. Pueden acelerarse y retardarse todos los movimientos, mas el flujo del tiempo absoluto no se puede mudar. Es la misma la duración o perseverancia de la existencia de las cosas, tanto que sean los movimientos veloces como lentos, o nulos; por tanto, se distingue ella con fundamento de sus medidas sensibles y de ellas se la deduce mediante la ecuación astronómica. Mas la necesidad de esta ecuación para determinar los fenómenos se saca de los experimentos con el reloj oscilatorio y también por los eclipses de los satélites de Júpiter.

Así como el orden de las partes del tiempo es inmutable, lo es el orden de las partes del espacio. Si se mueven de sus lugares, se moverán (por decirlo así) de sí mismas, porque tiempos y espacios son cual lugares de sí mismos y de todas las cosas. En el tiempo están colocadas todas las cosas en cuanto al orden de sucesión; en el espacio, en cuanto al orden dé posición. Pertenece a su esencia lo de ser lugares, y es absurdo el que se muevan los lugares primarios, por tanto son ellos lugares absolutos, y únicamente las traslaciones respecto de tales lugares son movimientos absolutos.

Empero, porque estas partes del espacio pueden ser vistas y nuestros sentidos no pueden distinguirlas entre sí, empleamos en su lugar medidas sensibles. Así que definimos todos los lugares por las posiciones y distancias de las cosas respecto de algún cuerpo que consideramos como fijo; después, calculamos todos los movimientos respecto a tales lugares, concibiendo que a los cuerpos se los traslada de los mismos. Así es como en vez de lugares y movimientos absolutos nos servimos de los relativos, y no incómodamente en los asuntos humanos; mas en los filosóficos hay que abstraer de los sentidos, porque pudiera ser que no haya cuerpo alguno real y verdaderamente en reposo, al que referir lugares y movimientos.

Se distinguen entre sí reposo y movimiento absolutos y relativos por sus propiedades, causas y efectos. Propiedad del reposo es la de que cuerpos verdaderamente en reposo están en reposo entre sí. Y por esto, por ser posible el que algún cuerpo esté en reposo absoluto en la región de las estrellas fijas, o más allá —mas no se puede conocer por la posición relativa de los cuerpos en nuestras regiones, si algunos de ellos mantienen a tan grande distancia la posición dada— no se puede definir el reposo absoluto por la posición de ellos entre sí.

Es propiedad del movimiento la de que las partes que conserven sus posiciones respecto de un Todo participen del movimiento de ese mismo Todo porque todas las partes de los cuerpos girantes tienden a apartarse del eje del movimiento, y el ímpetu de los cuerpos que avanzan procede del ímpetu-conjunto de cada una de las partes. Por tanto, al moverse los cuerpos circundantes, se mueven relativamente los que están en reposo respecto de los circundantes. Y por esto el movimiento verdadero y absoluto no puede ser definido por la traslación de los cuerpos vecinos, que se consideren como en reposo. Los cuerpos externos han de ser considerados no sólo como en reposo, sino además verdaderamente estar en reposo. En otro caso, todo lo incluido —a excepción de lo vecino de lo circundante— participará de los movimientos verdaderos de lo circundante; y quitada aquella traslación, no están verdaderamente en reposo, sino parecerán solamente cual en reposo; porque lo circundante respecto de lo incluido se ha como la parte exterior de un todo respecto de la parte interior, o como la corteza al núcleo; mas si se mueve la corteza se mueve también el núcleo, o una parte del todo, sin traslación de lo vecino a la corteza.

Afín a la precedente propiedad es la de que, movido el lugar, se mueve a la vez lo colocado; y por tanto un cuerpo al que se lo mueve de su lugar participa también del movimiento de su lugar. Por tanto todos los movimientos que provienen de lugares movidos son solamente partes de movimientos totales o absolutos, y todo movimiento total se compone del movimiento del cuerpo de su lugar primero y del movimiento de este lugar de su lugar y así a continuación hasta que se llegue a un lugar no movido —cual en el aducido ejemplo del marino. Así que los movimientos totales y absolutos no pueden ser definidos si no respecto de lugares inmobles y por esto referí anteriormente estos a lugares no movidos; y los relativos, a lugares movibles. Mas lugares no movidos no lo son sino todos aquellos que de infinito a infinito conserven sus posiciones mutuas y, por tanto, permanecen siempre inmobles, y constituyen ese espacio que llamo "in moble".

Las causas por las que se distinguen entre sí los movimientos verdaderos y los relativos lo son las fuerzas impresas en los cuerpos para producir movimiento. El movimiento verdadero ni se produce ni se muda sino por fuerzas impresas en el mismo cuerpo; mas un movimiento relativo puede engendrarse y mudarse sin fuerzas impresas en el cuerpo, pues basta con que se impriman solamente en otros cuerpos a los que se refiere, de modo que, al apartarse estos, se mude aquella relación en que consiste el reposo o movimiento relativo de tal cuerpo. A su vez, un movimiento verdadero se muda siempre por virtud de fuerzas en el cuerpo movido; mas un movimiento relativo no se muda necesariamente por tales fuerzas, porque si las mismas fuerzas se imprimen en otros cuerpos respecto de los cuales surge la relación —de manera que se conserve la posición relativa— se conservará esa relación en que consiste el movimiento relativo. Por tanto, puede mudarse todo movimiento relativo mientras se conserve el verdadero, y conservarse cuando se muda el verdadero; y por ello el movimiento verdadero no consiste de ninguna manera en tales relaciones.

Los efectos por los que se distinguen entre sí los movimientos absolutos y relativos son las fuerzas por las que se separan del eje del movimiento circular, porque en un movimiento circular puramente relativo todas las fuerzas son nulas; mas en el verdadero y absoluto son mayores o menores según la cantidad de movimiento.

Si se cuelga de un cordel muy largo un balde y se lo retuerce hasta que el cordel se ponga rígido, y se llena después de agua, y están a la vez en reposo balde y agua; y por alguna fuerza repentina se lo pone en rotación con movimiento contrario y, relajándose el cordel, se mantiene largo rato tal movimiento, la

superficie del agua al principio será plana, como antes del movimiento del balde; mas después, al imprimirse poco a poco la fuerza en el agua, hará el balde que el agua también comience a girar, se retirará poco a poco del medio y subirá a los lados del balde, tomando figura cóncava (yo he hecho el experimento) y, por tal movimiento siempre acelerado, subirá más y más hasta que, girando con el vaso en tiempos iguales, repose relativamente en él. Tal subida indica el conato de separarse del eje del movimiento y por tal conato se manifiesta y se mide el movimiento circular verdadero y absoluto del agua, contrario éste del todo al movimiento relativo.

Al comienzo, cuando el movimiento relativo del agua en el vaso era máximo, tal movimiento no producía conato alguno de separarse del eje. El agua no se dirigía a la circunferencia subiendo por los lados del vaso, sino permanecía plana y, por ello, no había comenzado aún su movimiento circular verdadero. Pero después, al decrecer el movimiento relativo del agua, su subida a los lados del vaso indicaba ese conato de separarse del eje, y tal conato mostraba que su movimiento circular verdadero crecía constantemente, y finalmente se hacía máximo cuando el agua estaba en reposo respecto del vaso. Por tanto, tal conato no depende de la traslación del agua respecto de los cuerpos circundantes, y, por tanto, el movimiento circular verdadero no puede ser definido por tales traslaciones. El movimiento circular verdadero de cualquier cuerpo es único, y responde a un conato único cual a propio y adecuado efecto, mas los movimientos relativos son innumerables según las varias relaciones a los cuerpos extensos, y, cual vale respecto de las relaciones, carecen totalmente de efectos verdaderos, a no ser en la medida en que participen de aquel verdadero y único movimiento. Por ello, en el sistema de quienes sostienen que nuestros cielos giran debajo de los cielos de las estrellas fijas, y arrastran a los planetas, planetas y cada una de las partes de los cielos que están ciertamente en reposo respecto a sus cielos próximos se mueven verdaderamente, porque cambian sus posiciones mutuas (a diferencia de los que verdaderamente están en reposo) y, simultáneamente con los cielos participan, llevados, de sus movimientos, y por ser partes de todos girantes, tienden a separarse de sus ejes.

Por tanto, las cantidades relativas no son, ellas mismas, las cantidades que llevan explícitamente sus nombres, sino sus medidas son aquellas cantidades sensibles (verdaderas o erradas) de las que se sirve el vulgo en lugar de las medidas. Y si por el uso hay que definir las significaciones de los nombres, por aquellos nombres de tiempo, espacio, lugar y movimiento habrá que entender propiamente estas medidas; y será una manera de hablar insólita y matemática si las cantidades medidas quedan aquí subentendidas. Por lo cual hacen violencia a las Sagradas Escrituras quienes interpretan estas palabras mediante cantidades medidas. Y no contaminan menos a la Matemática y Filosofía quienes confunden las cantidades verdaderas con sus relaciones y medidas vulgares.

Ciertamente, conocer los movimientos verdaderos de cada uno de los cuerpos y distinguirlos de hecho de los aparentes es cosa dificilísima, porque las partes de aquel espacio fijo, en el que los cuerpos se mueven verdaderamente, no caen en los sentidos. Mas la causa no es desesperada totalmente, porque se pueden sacar argumentos, en parte de los movimientos aparentes que sean diferencias de movimientos verdaderos, en parte, de las fuerzas que son causas y efectos de movimientos verdaderos, como si dos globos, unidos en una distancia dada por un hilo intermedio, giraran al derredor del centro común de gravedad, se conocería patentemente por la tensión del hilo el conato de los globos a separarse del eje del movimiento circular. Además: si se imprimieran simultáneamente fuerzas cualesquiera, iguales, en las caras alternas de los globos a fin de aumentar o disminuir el movimiento circular, se manifestaría por el aumento o disminución de la tensión del hilo, el aumento o disminución del movimiento; y de ello podrá finalmente sacarse en qué caras de los globos han de imprimirse las fuerzas para aumentar al máximo el movimiento, a saber: en las caras pulidas, o sea en las que siguen un movimiento circular. Mas conocidas las caras que siguen y las opuestas que preceden, se conocería la determinación del movimiento. Y de este modo se podrían hallar la cantidad y la determinación de este movimiento circular en un vacío cualquiera inmenso, respecto del cual nada de externo y sensible quedara fuera con que se pudieran comparar los globos.

Si se colocaran en tal espacio algunos cuerpos que conservaran una posición grandemente distante dada entre ellos —cual lo son las estrellas fijas en nuestras regiones— no se podría —ciertamente partiendo de la traslación relativa de los globos entre tales cuerpos— conocer si el movimiento ha de atribuirse a éstos o a aquéllos.

Mas si se extiende el hilo y se halla que su tensión es la misma que la requerida por el movimiento de los globos, se podría concluir que el movimiento lo es de los globos, y, finalmente, de la traslación de los globos entre los cuerpos colegir la determinación de este movimiento.

Mas colegir los movimientos verdaderos de sus causas, efectos y diferencias aparentes, y, al revés, de los movimientos verdaderos o aparentes colegir sus causas y efectos se hará largamente en lo siguiente, pues para este fin compuse el tratado siguiente.

AXIOMAS O LEYES DEL MOVIMIENTO

Ley I

Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme, a no ser que fuerzas impresas lo obliguen a cambiar tal estado.

Los proyectiles perseveran en sus movimientos si no los retarda la resistencia del aire, y la fuerza gravitatoria los impele hacia abajo. La peonza cuyas partes se separan por cohesión continuamente de los movimientos rectilíneos, no cesa de girar sino porque el aire la retarda. Los cuerpos mayores de planetas y cometas conservan por más tiempo, en espacios que resisten menos, sus movimientos progresivos y circulares.

Ley II

La mutación del movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se verifica según la línea recta por la que se imprime la fuerza.

Si alguna fuerza produce un movimiento cualquiera, si es ella doble producirá uno doble; si triple, uno triple; tanto que se imprima gradual y sucesivamente como simultáneamente o de una vez. Y porque este movimiento se produce en el mismo lugar de la fuerza productora, si el cuerpo se movía antes, se añade aquél a éste por coincidir, o, si es contrario, se resta; si oblicuo, se añade oblicuamente y se compone con él según la determinación de ambos.

Ley III

A una acción hay siempre una reacción contraria e igual; o sea, las acciones de dos cuerpos entre sí son siempre mutuamente iguales y se dirigen hacia partes contrarias.

Todo lo que presiona o arrastra a otro, es presionado o arrastrado otro tanto; si uno presiona con el dedo una piedra, su dedo es presionado por la piedra. Si un caballo arrastra una piedra atada con una cuerda, es arrastrado también el caballo e igualmente por la piedra, porque la cuerda, distendida entre ambos, impelerá, por el mismo conato de relajarse, al caballo hacia la piedra y a la piedra hacia el caballo, e impedirá el avance de uno tanto cuanto favorezca el avance del otro.

Si algún cuerpo, chocando con otro cuerpo, mudare de cualquier manera por su fuerza el movimiento de él, padecerá, a su vez, en su movimiento propio, por las fuerzas del otro, la misma mutación hacia la parte contraria (a causa de la igualdad de la presión mutua). Son iguales con estas acciones las mutaciones no de las velocidades sino de los movimientos (a saber, en los cuerpos no impedidos por otra causa), porque las mutaciones de la velocidad, que se verifiquen a su vez hacia partes contrarias, por mudarse igualmente los movimientos, son proporcionales recíprocamente a los cuerpos.

Corolario I

Un cuerpo por composición de fuerzas, describe la diagonal del paralelogramo en el mismo tiempo en que con las fuerzas separadas describen los lados.

Si un cuerpo en un tiempo dado es llevado por una sola fuerza M desde A a B; y por la sola fuerza N de A a C, complétese el paralelogramo ABDC; y será llevado por ambas fuerzas y en el mismo tiempo desde A a D, ya que por obrar la fuerza N según la línea AC, paralela a BD, está fuerza no mudará en nada la velocidad de acceso a la línea BD, producida por la otra fuerza. Llegará, por tanto, el cuerpo en el mismo tiempo a la línea BD, tanto que se imprima la fuerza N, como M; y, por tanto, al final de tal tiempo se hallará en alguna parte de la línea BD. Por el mismo argumento se hallará, al final de ese mismo tiempo,

en alguna parte de la línea CD; y, por tanto, es necesario que se halle en el punto D de concurrencia de ambas líneas.

